



## Actualización del mapa acústico de Pamplona

M. Arana; A. Vela; A. Echeverría; E. Gómez.  
Laboratorio de Acústica. Dpto. de Física. U.P.Na. Campus de Arrosadía,  
s/n.

### Abstract

It has been carried out an actualization of the acoustic map of Pamplona through measurements over a random sample of the selected locations in 1997. It is done using identical methodology than that used in 1988. It has compared different urban noise indices as well as the urban noise prediction formulas depending on traffic densities. As relevant conclusion it has detected a small decreasing of the mean  $L_{eq}$  index, although the traffic density is increasing.

### Introducción y objetivos

En el año 1988 se completó un mapa acústico de la ciudad de Pamplona [Arana, 1989] en base a medidas del ruido ambiental en el periodo diurno. Con la finalidad de evaluar la evolución del ruido ambiental (a través de sus diferentes índices representativos) y su dependencia con las variables del tráfico, hemos vuelto a medir sobre una muestra representativa de aquellos puntos. En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos, análisis de los mismos y las oportunas conclusiones.

### Pamplona 1988-1997. Evolución demográfica y urbanística

En el periodo de nueve años considerado, el censo de Pamplona ha permanecido prácticamente constante, en torno a 185.000 habitantes. Municipios cercanos han experimentado, en cambio, un notable auge en su censo; los límites con estos municipios, en algunos casos, resultan inapreciables. Respecto al parque automovilístico, este se ha visto incrementado y, sobre todo, modernizado. La intensidad total del tráfico se ha incrementado en un 2,2 % anual, si bien el porcentaje de tráfico pesado se ha visto reducido: de un 11% en 1988 a un 6,5% en 1997. Estos datos del tráfico se han obtenido durante la realización de las medidas en las propias estaciones de medida y representan valores medios.

La causa de la disminución del tráfico pesado es la construcción y apertura de tres rondas de circunvalación (Este, Oeste y Norte) las cuales han aliviado notablemente el tráfico por el interior de la ciudad; a pesar de ello, la densidad total del tráfico se ha incrementado.

### Metodología

La metodología utilizada es idéntica a otros trabajos similares realizados en nuestro país [García, 1995]. Consiste en tomar como estaciones de medida los vértices de un cuadrícula de la ciudad y con un número de estaciones que resulte factible con los medios humanos y técnicos disponibles. En 1988 se tomaron 170 puntos o estaciones. En cada punto se tomaron cuatro medidas de 15 minutos cada una y en las cuatro franjas horarias en que se dividió el periodo diurno. Para la actualización de este mapa hemos elegido, de forma aleatoria, 40 estaciones de medida; es decir, la muestra actual consta de un 24% de la población total. En estas 40 estaciones se han realizado idénticas medidas que en el estudio de 1988.

## Resultados

### 42. Índice Leq

De la comparación de cada medida realizada en 1997 con la efectuada en el mismo punto y en la misma franja horaria en 1988, constatamos que el valor del índice Leq ha disminuido en un 59% de las mismas y ha aumentado en el 41% restante. El valor medio del índice Leq (calculado como media aritmética) ha disminuido de 68,0 dBA (1988) a 67,4 dBA (1997). Resultados análogos se han obtenido en trabajos similares [Kozák, 1992]. Esta ligera disminución del Leq se da a la par que se incrementa la densidad de tráfico; esta ha sido superior en un 70% de las medidas. Para el conjunto de medidas, la densidad de tráfico ha pasado de 772 veh/h en 1988 (con porcentaje de vehículos pesados del 11%) a 939 veh/h en 1997 (con porcentaje de pesados del 6,5%). La figura número 1 muestra la distribución estadística comparada de los resultados del índice Leq en los años 1988 y 1997 para el conjunto de medidas. El dato más relevante es la disminución (en un 12%) del porcentaje de medidas donde el Leq es superior a 75 dBA.

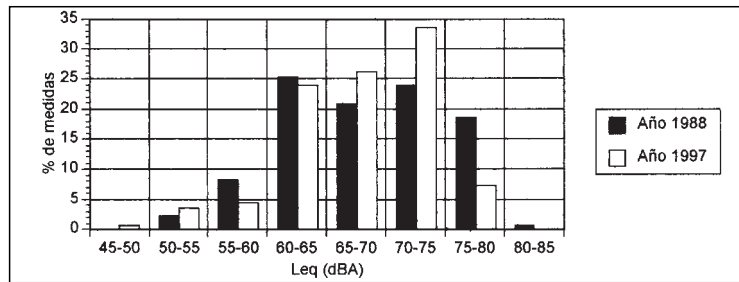


Fig nº 1.- Distribución estadística de las medidas en las campañas de 1988 y 1997

### Indices Percentiles

Comparando medida a medida, es decir, punto a punto e idéntica franja horaria, constatamos que los percentiles indicadores del ruido de fondo, L99 y L90, han aumentado en un 53% y 52% de las medidas, respectivamente. Sin embargo los percentiles indicadores de los niveles de pico, L1 y L10, han disminuido en un 54% y 53% de las medidas, respectivamente. El percentil L50 ha aumentado en un 56% de las medidas. La Tabla número 1 resume los resultados obtenidos para estos percentiles en ambas campañas de medidas.

	L99		L90		L50		L10		L1	
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
1988	51.6	5.8	56.2	6.6	62.4	7.3	70.3	7.1	77.3	6.3
1997	52.1	5.7	56.3	5.7	62.7	6.6	70.0	6.6	76.6	5.7

Tabla nº 1.- Valor medio y desviación típica para diferentes percentiles en las campañas de medidas de los años 1988 y 1997.

Podríamos expresar estos resultados diciendo que los niveles del ruido de fondo y medios se han incrementado (hay más fuentes acústicas presentes) pero la energía acústica total (Leq) ha disminuido (las fuentes son menos ruidosas). Esto es congruente con el significado e información que poseen y aportan los índices percentiles L99 y L1. Como principales causas objetivas deben apuntarse tanto la disminución del porcentaje de vehículos pesados como la modernización del parque automovilístico, incluyendo aquí los avances técnicos alcanzados en los niveles sonoros emitidos por los vehículos individualmente.

### Dependencia Leq - Densidad de Tráfico

La causa predominante de la contaminación acústica ambiental en nuestras ciudades la constituye el tráfico rodado. Por tanto, es la densidad del tráfico la variable más influyente para la predicción del ruido ambiental en zonas urbanas. El paquete estadístico que hemos usado para el análisis de los datos es el SPSS [Norusis, 1990]. El método 'stepwise' selecciona la densidad del tráfico, Q (expresada en veh/h)

como la que mayor parte de la varianza explica en la regresión. La figura número 2 muestra el gráfico de dispersión Leq-LogQ (incluyendo las rectas de regresión) para las campañas de medidas de los años 1988 y 1997.

Las fórmulas correspondientes, así como el coeficiente de correlación (R) y error estándar (SE) son los siguientes :

		R	SE
Año 1988	$Leq = 45.77 + 8.65 \text{ LogQ}$	0.76	3.86
Año 1997	$Leq = 45.89 + 8.08 \text{ LogQ}$	0.73	3.21

Un primer comentario sobre estos resultados es que el nivel sonoro Leq predicho es inferior para idénticas densidades de tráfico: desde 1 dBA para densidades de 100 veh/h hasta 2 dBA para densidades de 3.000 veh/h, acorde con la reducción comentada en el punto 2 para el Leq. En segundo lugar, el error estándar de la estima es inferior para la fórmula de predicción actualizada, acorde con la disminución del número de medidas con elevados niveles sonoros, tal como muestra la figura nº 1.

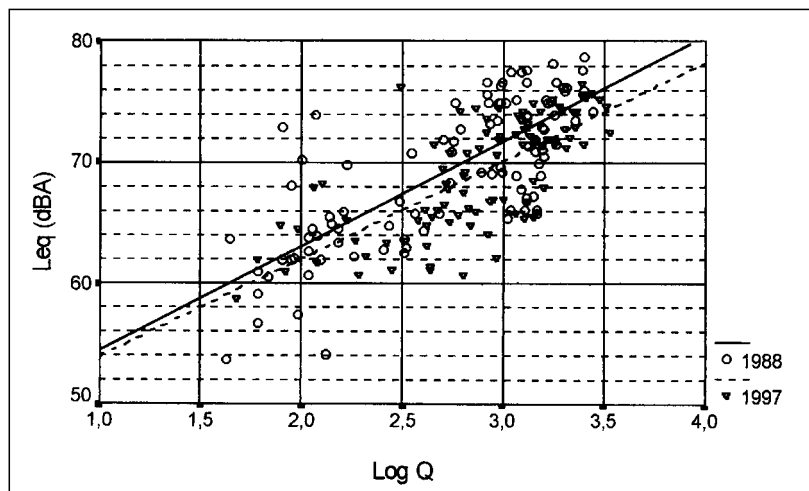


Fig nº 2.- Gráfico de dispersión Leq-LogQ y rectas de regresión para las campañas de 1988 y 1997

### Conclusiones

Medidas realizadas sobre una muestra aleatoria (40 estaciones de medida de las 170 que configuraron el mapa acústico de Pamplona en 1988) tendentes a evaluar la evolución del ruido urbano en Pamplona, han aportado las siguientes conclusiones:

- A pesar del incremento del tráfico rodado (2,2% anual) el nivel medio Leq no se ha visto incrementado. Para la muestra seleccionada, dicho nivel medio ha disminuido 0,6 dBA.
- Factor importante en la disminución de la contaminación acústica ambiental es la reducción del porcentaje de vehículos pesados: 11 % en 1988 a 6,5 % en 1997, debido a la apertura de tres rondas de circunvalación
- Los valores medios de los percentiles representativos del ruido de fondo y medio (L99, L90 y L50) han aumentado ligeramente. Por contra, los percentiles representativos de los niveles máximos (L10 y L1) han disminuido.
- Las fórmulas que muestran la dependencia Leq - densidad de tráfico son muy similares en ambos estudios; se detecta una disminución de la pendiente de la recta de regresión (acorde con la primera con-

clusión) y el menor error estándar de la estima.  
Agradecimientos

El presente trabajo ha sido financiado por el Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra y al Ayuntamiento de Pamplona.

#### Referencias

Arana, M., 1989.- "Estudio del ruido ambiental en Pamplona".- Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.

García, A., 1995.- "La contaminación sonora en la Comunidad Valenciana".- Consellería de Medi Ambient. Generalitat Valenciana.

Kozák, J.,.-"Trends in traffic noise in Prague from 1976 to 1991".- Proceedings 17th AICB Congress. pp 61-66. Prague. 1992

Norusis, M. J., .- SPSS/PC+ Manual Base and SPSS/PC+ Statistics, SPSS Inc. Chicago, 1990